

PAT-NO: JP02000225487A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000225487 A  
TITLE: NOZZLE FOR LASER BEAM CUTTING AND LASER BEAM CUTTING  
DEVICE  
PUBN-DATE: August 15, 2000

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
YAMAMOTO, HIROYUKI N/A  
IMAI, HIROFUMI N/A  
MINAMIDA, KATSUHIRO N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
NIPPON STEEL CORP N/A

APPL-NO: JP11030259  
APPL-DATE: February 8, 1999

INT-CL (IPC): B23K026/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct thick plate cutting in a high speed and in high quality by straightening a shield gas flow inside a nozzle and realizing a more efficient gas flow in order to keep an oxygen purity in the case of laser beam cutting with using an unstable type oscillator and in particular laser beam cutting with a high output laser beam.

SOLUTION: In nozzle for laser beam cutting used for laser beam cutting with using an assist gas, an assist gas pool 18 of a coaxial tubular shape is arranged in a nozzle for laser beam cutting around an optical axis and more outside than the optical axis, plural assist gas passages coming out from the gas pool 18 are arranged having some angle between the optical axis and the passage, further, a twisting angle is arranged so that a helical eddy is wound to plural assist gas passages coming out from the gas pool 18 around the optical axis, the gas flows are again joined, thus, the gas is injected from an assist injection port 26 of one place, and an assist gas flow is smoothened.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-225487  
(P2000-225487A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 2 3 K 26/14

識別記号

F I  
B 2 3 K 26/14

データベース\* (参考)  
Z 4 E 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-30259

(22) 出願日 平成11年2月8日 (1999.2.8)

(71) 出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(72) 発明者 山本 博之  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内  
(72) 発明者 今井 浩文  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内  
(74) 代理人 100068423  
弁理士 矢葺 知之 (外1名)

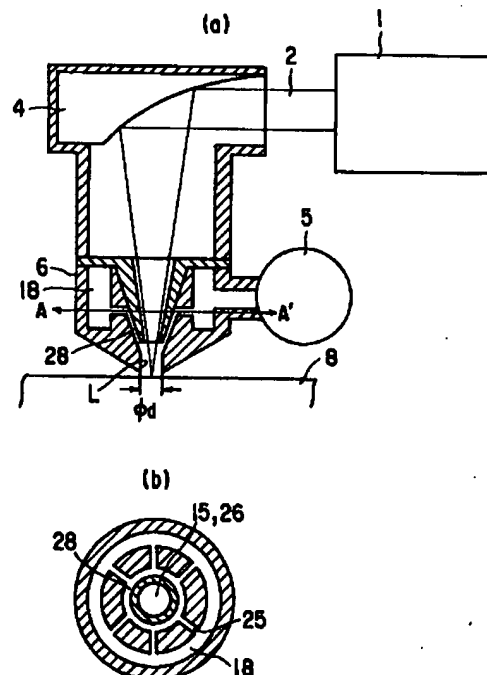
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ切断用ノズル及びレーザ切断装置

(57) 【要約】

【課題】 不安定型共振器を用いたレーザ切断、特に高出力レーザによるレーザ切断の際に酸素純度を保つためシールドガスをノズル内部で整流化して、より効率の良いガス流れを実現し高速、または厚板の切断を高品質に行うこと。

【解決手段】 アシストガスを用いたレーザ切断に使用するレーザ切断用ノズルにおいて、レーザ切断用のノズル内に光軸を中心とし光軸よりも外側に配置した同心円管状のアシストガスのガス溜まり18を設け、そのガス溜まりから出る複数のアシストガスの通路を光軸と通路の間にある角度を設けて配置し、あるいはそのガス溜まりから出る複数のアシストガスの通路に光軸を中心とした螺旋状の渦を巻くように捻り角度を設けて配置し、ガスを再度合流させて1箇所のアシストガスの噴射口26から噴射する事でアシストガスの流れを整流化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アシストガスを用いたレーザ切断に使用するレーザ切断用ノズルにおいて、レーザ切断用のノズル内に光軸を中心としレーザ光の光路の外側に配置した同心環状のアシストガスのガス溜まりと、ノズル先端部にレーザ光の出射口とアシストガスの噴出口を兼ねる、円筒形状またはディフューザ形状空間を設けるとともに、前記ガス溜まりから出て前記円筒形状またはディフューザ形状空間の上部に接続する複数のアシストガスの通路を配置し、複数の通路を通ったガスをノズル内で合流させてアシストガスを噴射することによりアシストガスの流れを整流化することを特徴とするレーザ切断用ノズル。

【請求項2】 アシストガスを用いたレーザ切断に使用するレーザ切断用ノズルにおいて、レーザ切断用のノズル内に光軸を中心としレーザ光の光路の外側に配置した同心環状のアシストガスのガス溜まりと、ノズル先端部にレーザ光の出射口とアシストガスの噴出口を兼ねる、円筒形状またはディフューザ形状空間を設けるとともに、前記円筒形状またはディフューザ形状空間の上部に接続する円錐状のスリットを配置し、前記ガス溜まりから出て前記円錐状のスリット上部に接続する複数のアシストガスの通路を設け、スリットを通ったガスをノズル内で合流させてアシストガスを噴射することによりアシストガスの流れを整流化することを特徴とするレーザ切断用ノズル。

【請求項3】 複数のアシストガスの通路がレーザ光の光軸を中心とした捻り角度を設けて配置されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載のレーザ切断用ノズル。

【請求項4】 切断用レーザ切断装置のレーザ切断用ノズルに請求項1～3のいずれか1項に記載のレーザ切断用ノズルを使用したことを特徴とするレーザ切断装置。

【請求項5】 溝形形成用レーザを併用したことを特徴とする請求項4記載のレーザ切断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザビームの照射によって金属板等の被切断材を切断するレーザ切断用ノズル及びこれを使用したレーザ切断装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、金属板をレーザビームによって切断する場合、図8、9に示すような方法がとられる。すなわち、レーザ切断ヘッドにおいてレーザ光源からレーザビーム2を出射し、レーザ切断ヘッドにレンズホルダを介して取り付けられた集光レンズ3（或いは集光ミラー4）により主ノズルの先端で集光して被切断材8に照射する事により、被切断材の切断すべき箇所を加熱溶融する。また、このレーザビームの照射と同時に被切断材の切断すべき箇所に、ノズルからアシストガスを供給し

て酸化発熱反応により溶融した箇所の深さを増大させ、アシストガスの圧力により溶融した金属を吹き飛ばして切断を進行する。その際、アシストガスを高压で噴射するため、加工ヘッド内にガス溜まりの空間を確保する。このとき圧力隔壁として透過素子である集光レンズ、あるいはウィンドウなどを使用し、密閉する。

【0003】レーザ発振器1が高出力になると、圧力隔壁とウィンドウやレンズを兼ねて使用するZnSeなどの透過素子では冷却が追いつかず、熱レンズ等の影響がでて安定した切断が不可能となったり、レーザの熱エネルギーに耐えられず割れてしまったりするなどの障害がある。

【0004】この障害を回避するために、特開平7-80677号公報では、環状の管体である本体のワーク側の面に無端環状のスリットが形成されており、そこからアシストガスをレーザの照射方向へ噴射するノズルを使用する。それにより、レーザ光路中に圧力隔壁として機能する集光レンズや透過素子を設ける必要が無く、集光手段として大きなパワーに耐えられる凹面鏡を使用することができ、肉厚の厚いワークの切断が可能となる。また、実開昭61-158386号公報のように、外筒と内筒からなる同軸の二重円錐管構造で厚板の高速、高精度切断を実現する提案もなされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】レーザ切断では切断点でのアシストガスの圧力値が高く、アシストガスの分布が幅狭で、アシストガス以外の周囲のガスを巻き込まないことが、高速でかつ良好な切断品質を得る上で重要である。また、アシストガスの噴射においては、噴射ガスの直進性が厚板の切断には必要不可欠な条件である。

【0006】従来技術では、いずれもレーザ出口を取り巻くアシストガス出口が管状スリット、または等間隔で配置された穴である。この方式ではガスの合流点が切断用ノズルの外にあるため、通常レーザ切断で使用するノズルとワーク間のギャップが1～2mmの位置では、高ピーク圧、幅狭な合成圧力分布が得られにくい。また、アシストガスが合流する際にも、アシストガス以外のガスを巻き込んでしまいやすく、切断品質は悪くなる。また、アシストガスが合成した後、直進性を持たせることができないため、厚板切断の際にノズルの先端からの距離が離れた位置、例えば板厚分に相当する距離では合成圧力分布のピーク圧が下がり、さらに分布の裾部が発散してしまい、切断面の底部の面粗さが粗く切断品質が悪くなる。

【0007】従って、本発明はノズル噴射後のアシストガス圧力の幅広分布、距離に応じた急激なアシストガスピーク圧力値の低下、圧力分布の発散、周囲のガスの巻き込みを防止し、高ピーク圧、幅狭分布、アシストガスの純度保持、圧力分布の直進性の確保を実現するレーザ切断用ノズルとそれを用いたレーザ切断装置を提供する

ことを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題は

(1) レーザ切断用のノズル内に光軸を中心としレーザー光の光路の外側に配置した同心環状のアシストガスのガス溜まりと、ノズル先端部にレーザー光の出射口とアシストガスの噴出口を兼ねる、円筒形状またはディフューザ形状空間を設けるとともに、前記ガス溜まりから出て前記円筒形状またはディフューザ形状空間の上部に接続する複数のアシストガスの通路を配置し、複数の通路を通ったガスをノズル内で合流させてアシストガスを噴射することによりアシストガスの流れを整流化することを特徴とするレーザ切断用ノズル。

(2) レーザ切断用のノズル内に光軸を中心としレーザー光の光路の外側に配置した同心環状のアシストガスのガス溜まりと、ノズル先端部にレーザー光の出射口とアシストガスの噴出口を兼ねる、円筒形状またはディフューザ形状空間を設けるとともに、前記円筒形状またはディフューザ形状空間の上部に接続する円錐状のスリットを配置し、前記ガス溜まりから出て前記円錐状のスリット上部に接続する複数のアシストガスの通路を設け、スリットを通ったガスをノズル内で合流させてアシストガスを噴射することによりアシストガスの流れを整流化することを特徴とするレーザ切断用ノズル。

(3) 複数のアシストガスの通路がレーザー光の光軸を中心とした捻り角度を設けて配置されていることを特徴とする(1)または(2)記載のレーザ切断用ノズル。

(4) 切断用レーザ切断装置のレーザ切断用ノズルに(1)～(3)のいずれか1項に記載のレーザ切断用ノズルを使用したことを特徴とするレーザ切断装置。

(5) 溝形形成用レーザを併用したことを特徴とする(4)に記載のレーザ切断装置。により解決できる。

【0009】

【発明の実施の形態】上記のようなレーザ切断用のノズルは、アシストガスを噴射するための被切断材に対向する面のガス出口の形状が環状スリットでなく、既にノズル内部でガスの合流が完了しており、直線部を一つ一つの噴出口から噴射するので、通常レーザ切断で使用するノズルとワーク間の距離が1～2mmの位置でピーク圧が高く、幅の狭いアシストガスの背圧分布が得られる。

【0010】また、ノズルの内部では光軸を中心とした円周上に等間隔に配置された複数のガスの通路が渦を巻くように配置されているため、アシストガスの流れがノズル内部で回転し、さらに直線部を通過することで整流の効果が得られる。これによりノズルの先端から厚板の板厚分の距離だけ離れた位置でも、ピーク圧が極度に低下することなく圧力分布の裾部分が発散しない直進性の良いアシストガス圧分布が得られるので、切断面の底部の面粗さが少なくなり切断品質が改善される。

【0011】

【実施例】図1、図2、図3及び図4は、この発明のノズルの実施例である。図1は本発明のレーザ切断ノズルの断面と切断装置を示す図面である。レーザ発振器1から出射したレーザー光2は、放物面集光ミラー4によって集光されて被切断材8に照射される。

【0012】切断用アシストガスはアシストガス供給装置5からノズル6の内部のアシストガス溜まり18に一旦溜められ、直径W(5mm)の複数の通路25を通過して幅2mmの円錐形状スリット28を通り、2mmの直線部Lを通過してレーザー出射口を兼ねた一つのアシストガス噴射口26から噴射される。このときノズルに供給したアシストガスの出口は、ワークに対するノズル最下面の一カ所であり、ノズル最終出口の径φdは1.7mmとした。

【0013】図2では、ノズルに供給したアシストガスの出口はワークに対するノズル最下面の一カ所である。ノズル6の内部にガス溜まり18を設け、ここから出る直径W(3mm)の6本のガス通路25をレーザー光軸の中心に沿って放射状に配置する。アシストガスは合流角度θ(90°)で合流し、2mmの直線部Lを通過して一つの出口26から整流されて噴射する。ノズル最終出口の径φdは1.7mmとした。アシストガスの合流角度θは60°～120°が望ましい。

【0014】図3では、ノズルに供給したアシストガスの出口はワークに対するノズル最下面の一カ所である。これはアシストガスの通路25が直接ノズル内の合流点までガスを誘導する場合である。この方式はノズル6の内部にガス溜まり18を設け、ここから出る直径5mmの6本のガス通路25をレーザー光軸の中心に対してノズルの内部で螺旋状に渦を巻くように配置する。ガスの合流角度θは約120°である。合流後ガスは渦を巻いて長さ2mmの直線部分Lを通りノズル噴射口26から噴射する。

【0015】図4では、アシストガスのガス溜まり18から出たガスは、光軸に垂直な平面内にあり、渦巻き状に配置されたガスの通路25(径φD)を通り、光軸を中心に回転しながら合流する。そして、ガス流れは円錐状のスリット内で予め渦巻き状の整流となり、スリット幅W(3mm)の通路を介して一点に合流する。この時の合流角度θは60°とし、2mmの直線部Lを通り、ノズル最終出口の径φd 1.7mmの噴出口26から噴射する。

【0016】図5は図1、2、3、4のノズルに使用するアシストガスの合流点24、直線部及び噴射口26の図である。(a)はガス合流点付近の径が大きく、出口にいくほど径が小さくなる場合であり、ノズル直後で高い噴射ガス圧が必要な場合に使用する。(b)はガスの合流後直線部を介して噴射する場合であり、ノズルから噴射した切断用アシストガスのガス流がすぐに発散せず、ある程度直進性を必要とするときに使用する。

(c)は噴射口にスロート部を持つ場合であり、出口に

いくほど径が広がっている。これはノズル直後の圧力よりも、厚鋼板の切断のように直進性を必要とするときに使用する。(a)、(b)、(c)のいずれもノズルの内部でアシストガスが合流するようになっており、ノズルからのガスの出口は一カ所である。

【0017】図6は従来のノズルを使用したレーザー切断用アシストガスの背圧分布である。直径0.5mmのピンホールを切断用ノズルの下方を光軸に直角方向に走査し、ピンホールにかかるアシストガスの下方に押し込む圧力を半導体歪みゲージ方式による圧力トランスデューサによって測定した。測定位置は実際にレーザー切断するときのノズルワーク間のギャップに合わせた。(a)は圧力の測定位置がノズルの先端部からの距離Gzが1mmの地点の場合、(b)はGzが30mmの定点の場合である。ノズルにかけたアシストガス供給圧力は5kgf/cm<sup>2</sup>とした。ノズルワーク間ギャップGzが1mmの位置では、圧力分布のピーク値P<sub>max</sub>は約2kgf/cm<sup>2</sup>、最大圧力値の半分の圧力値となる半値幅W<sub>x</sub>は、4.5mmであった。ノズルワーク間ギャップGzが30mmの位置では、圧力分布のピーク値P<sub>max</sub>は約0.1kgf/cm<sup>2</sup>、最大圧力値の半分の圧力値となる半値幅W<sub>x</sub>は、4.5mmであった。

【0018】図7は本発明でのレーザー切断用アシストガスの背圧分布である。図6と同様に(a)はノズルの先端部からの距離Gzが1mmの場合、(b)はGzが30mmの場合である。本発明でのレーザー切断用アシストガスの背圧分布では、ノズルへの供給圧力は5kgf/cmとした時、ノズル間ギャップGzが1mmの位置での圧力分布のピーク値は3kgf/cm<sup>2</sup>、圧力値がピーク値の半になるときの幅は約2mmであった。ノズル間ギャップGzが30mmの位置では、圧力分布のピーク値は0.5kgf/cm<sup>2</sup>、圧力値がピーク値の半になるときの幅は約3.5mmであった。

【0019】つぎに、本発明のノズルを溝形成用レーザー併用レーザー切断に適用した。図10はこの時の鋼板における溝部12へのレーザー照射図、図11は溝形成レーザー併用レーザー切断技術の概略斜視図、及び図12は複合レーザー切断装置の1実施例を示す図である。

【0020】溝形成用レーザー22はパルスレーザーを使用し、平均パワー250W、繰り返し周波数10kHz、集光レンズに焦点距離FL=7.5"のレンズを使用した。また、スパッタ除去ノズル10からのスパッタ除去用ガスは、窒素を100L/min吹き付け除去した。切断用レーザーは出力12kW、切断速度1.0m/min、集光ミラーは焦点距離FL=20"とした。アシストガスには純度99.9%の高純度酸素ガスを使用した。その結果、厚さ16mmのSS400鋼材をドロスフリー切断する事ができた。

【0021】

【発明の効果】上記のように本発明による切断用ノズル

ではアシストガスを噴射するための被切断材に対向する面のガス出口の形状が環状スリットで無く、既にノズル内部でガスの合流が完了しており直線部を通りガスが一つの噴出口から噴射する。このため、通常レーザー切断で使用するノズルと被切断材間の距離が1mmの位置で、従来の方法に比較して背圧のピーク圧が高く、圧力値がピーク値の半分になる半値幅が狭い背圧分布が得られた。

【0022】また、円周上に等間隔に光軸中心に対して渦を巻くように配置した複数のガスの通路を經由しノズル内部で合流させ、最終的には出口で一つにまとめられて噴射することで、ガスの流れがノズルの内部で回転し整流の効果が得られる。これによりノズルの先端から板厚分(圧力分布の測定では30mmとした)の距離離れた位置でも圧力分布がほとんど発散せず、切断中にガスの流れが乱れないため、切断面の底部の面粗さが少なく切断品質が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザー切断ノズルの断面と切断装置を示す図面。

【図2】レーザー切断装置のノズル断面図。

【図3】レーザー切断装置のノズル断面図。

【図4】レーザー切断装置のノズル断面図。

【図5】ノズル出口形状。

【図6】典型的な従来技術のレーザー切断装置でのアシストガスの背圧分布。

【図7】本発明でのレーザー切断装置でのアシストガスの背圧分布。

【図8】典型的な従来技術のレーザー切断装置の断面図。

【図9】典型的な従来技術のレーザー切断装置の断面図。

【図10】鋼板における溝部へのレーザー照射。

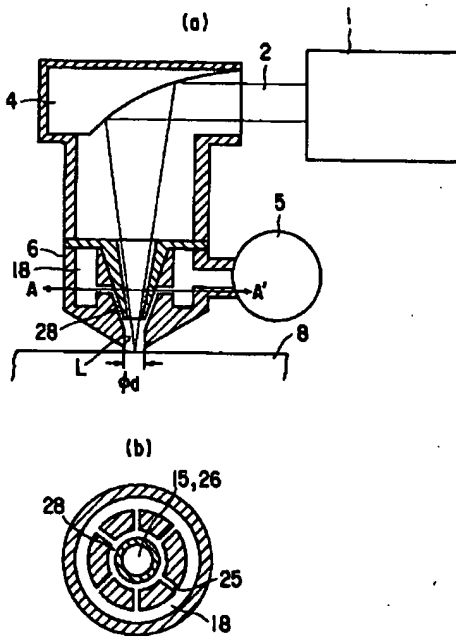
【図11】溝形成レーザー併用レーザー切断技術の概略斜視図。

【図12】複合レーザー切断装置の1実施例を示す図面。

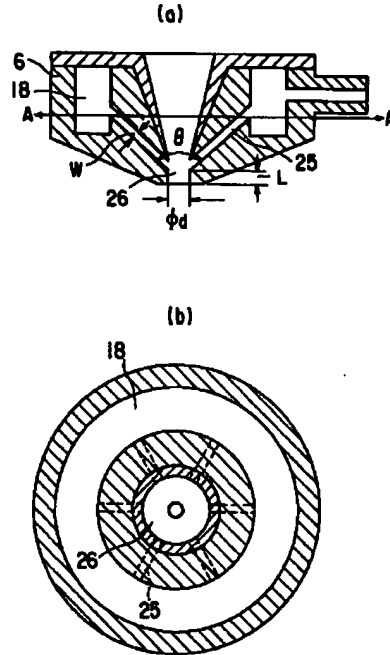
【符号の説明】

1 レーザ発振器	2 レーザ光
3 集光レンズ	4 集光ミラー
5 アシストガス供給装置	6 切断用ノズル
8 被切断材	9 溝付与レーザー
10 スパッタ除去ノズル	11 スケール
12 溝	13 切断用アシストガス
15 レーザ出射口	18 アシストガス溜まり
20 反射ミラー	21 切断部
22 溝形成レーザー光	23 スケール除去部
24 ガス合流点	25 切断用アシストガス通路
26 切断用アシストガス噴射口	27 ウィンドウ
28 スリット	29 溝形成用レ

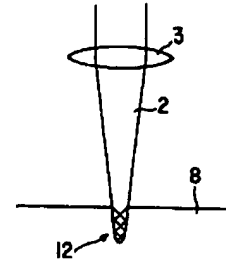
【図1】



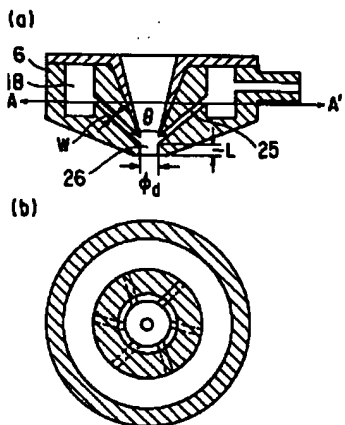
【図2】



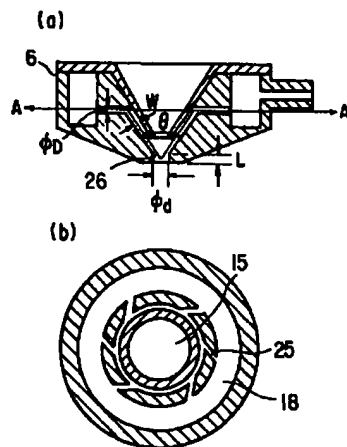
【図10】



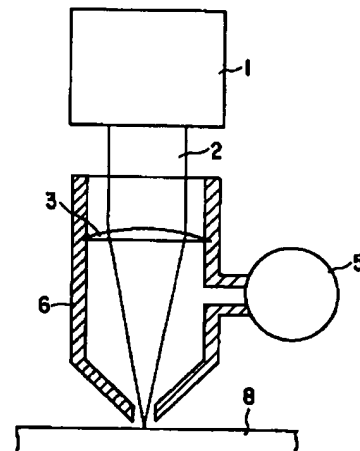
【図3】



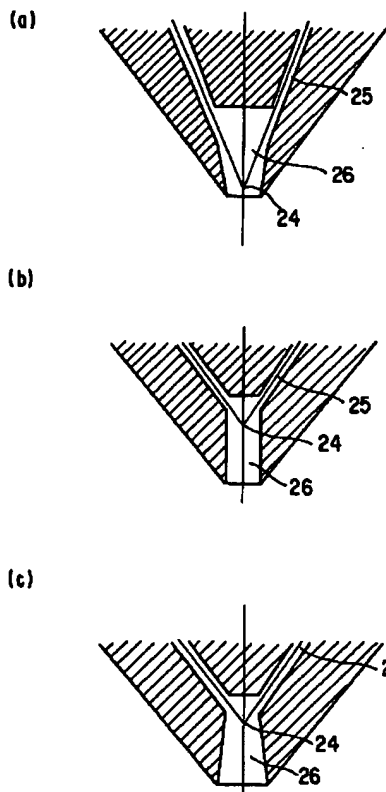
【図4】



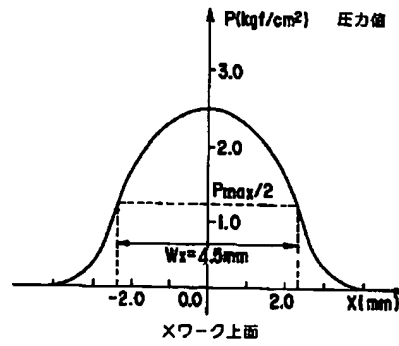
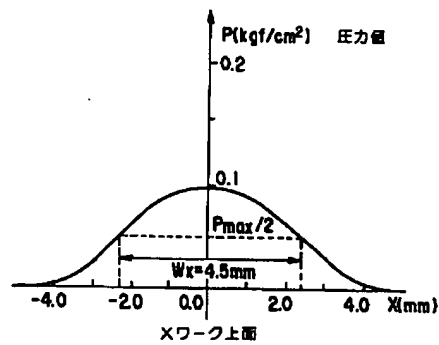
【図8】



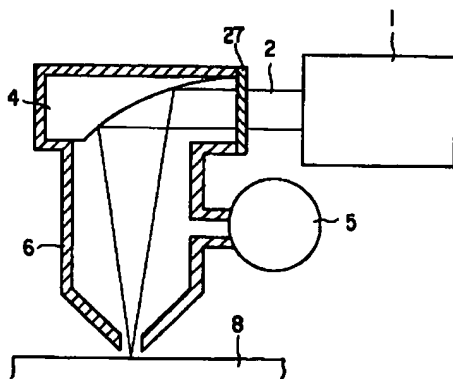
【図5】



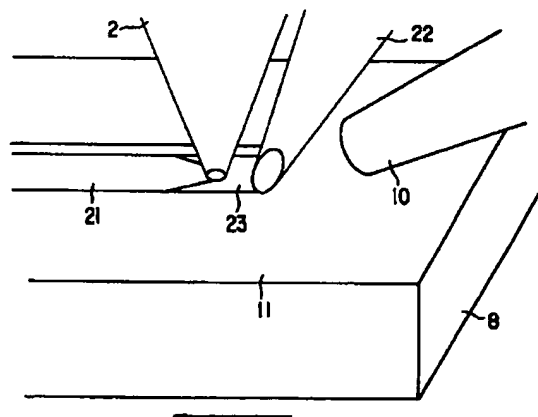
【図6】

(a) ノズルワーク間ギャップ :  $Gz = 1\text{mm}$ (b) ノズルワーク間ギャップ :  $Gz = 30\text{mm}$ 

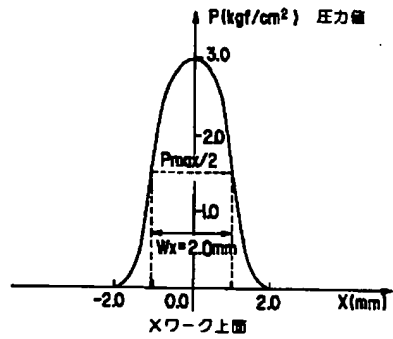
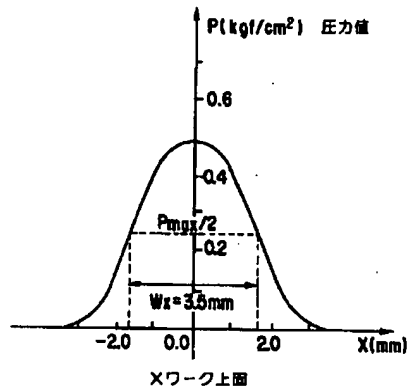
【図9】



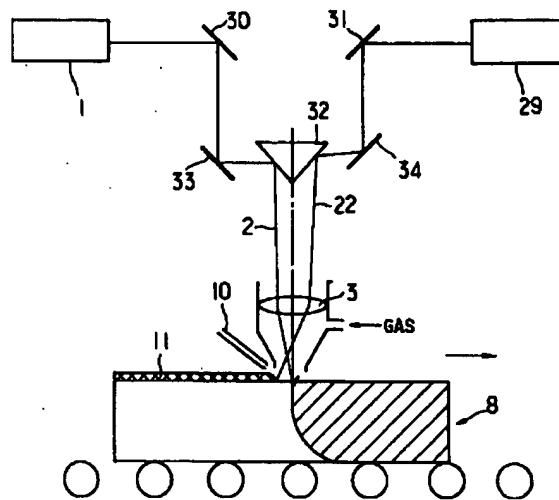
【図11】



【図7】

(a) ノズルワーク間ギャップ :  $Gz=1mm$ (b) ノズルワーク間ギャップ :  $Gz=30mm$ 

【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 南田 勝宏  
 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
 会社技術開発本部内

Fターム(参考) 4E068 AA05 AD00 AE00 CD02 CH02  
 CH08 CJ01